دکتر محمدرضا ثروتی (نویسنده اصلی)
دکتر حسن لشکری
اسدالله مومنی

هیدروژئومرفولوژی حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی "لیله" جوان‌رود

چکیده

هیدروژئومرفولوژی[۱] یکی از شاخه‌های جغرافیای طبیعی است که به مطالعه‌ی اشکال ناهمواری‌های ناشی از عمل آب، به ویژه رودخانه ها، می‌پردازد. شناخت و تبیین عوامل هیدروژئومرفولوژیک و عملکرد آنها روی سطح ساختمانی اولیّه در حوضه‌ی آبریز "لیله" جوان‌رود، همچنین تهیه‌ی نقشه های کاربردی در راستای شناخت و مدیریت محیط در این حوضه، اهمیت زیادی دارد. بررسی زمین شناسی، آب و هواشناسی، فیزیوگرافی و هیدرولوژی، خاک و پوشش گیاهی و انجام بررسی های میدانی در حوضه، با تبیین و تحلیل عوامل دخیل در فرایندهای شکل‌زایی، اشکال ژئومرفولوژی موجود در حوضه(با تأکید بر اشکال ناشی از آب‌های جاری) و شرایط تکوین و توسعه‌ی آنها، نقش بارز آب‌های جاری را نمایان می سازد. در این میان نقش انسان به عنوان عامل تشدید فرسایش و توسعه‌ی اشکال جدید، از جمله لغزش، گالی و ... دارای اهمیت است. با توجه به عملکرد شدید آب‌های جاری در ساختمان حوضه، اقلیم گذشته، نقش زیادی در تکوین و توسعه‌ی این اشکال داشته است. مسائلی مانند تخریب اراضی کشاورزی، توسعه‌ی گالی‌ها، افزایش قدرت تخریب سیلاب‌ها و تخریب باغ‌های واقع در کرانه‌ی رودخانه ها، نمونه هایی از تأثیر این اشکال در زندگی ساکنان منطقه‌ی مورد مطالعه است.

کلیدواژه‌ها: هیدروژئومرفولوژی، حوضه‌ی لیله، آبکند، زمین لغزش.

---

۱. Hydrogeomorphology

تاریخ دریافت: ۸۶/۵/۲۴   تاریخ تصویب:۸۷/۳/۲۷

درآمد:

منطقه‌ی مورد مطالعه در محدوده‌ی جغرافیایی غرب کشور، در دامنه‌ی غرب و جنوب غربی سلسله جبال زاگرس شمال غربی و در موقعیّت عرض جغرافیایی '۴۰، °۳۴ تا °۳۵شمالی و طول جغرافیایی '۱۷، °۴۶ تا '۳۶، °۴۶ شرقی واقع شده است. پیشینه‌ی گسترش شمالی-جنوبی حوضه، بالغ بر ۳۹ کیلومتر و در جهت شرقی-غربی نیز در حدود ۳۰ کیلومتر است. این حوضه از شرق و شمال شرقی به رشته‌ی کوهستانی شاهو، از جنوب به حوضه‌ی روانسر، از شمال غرب و غرب به کوههای گرمزناو، کشته کوه و بندگز محدود می شود(شکل شماره۱). شیب زیاد حوضه و وجود سازندهای حسّاس به فرسایش(مارن و شیل) مربوط به دوران دوم و سوم زمین شناسی، ورود جریان‌های گل آلود به درّه ها و افزایش تخریب و سیلاب در نواحی پایین دست را سبب شده است.

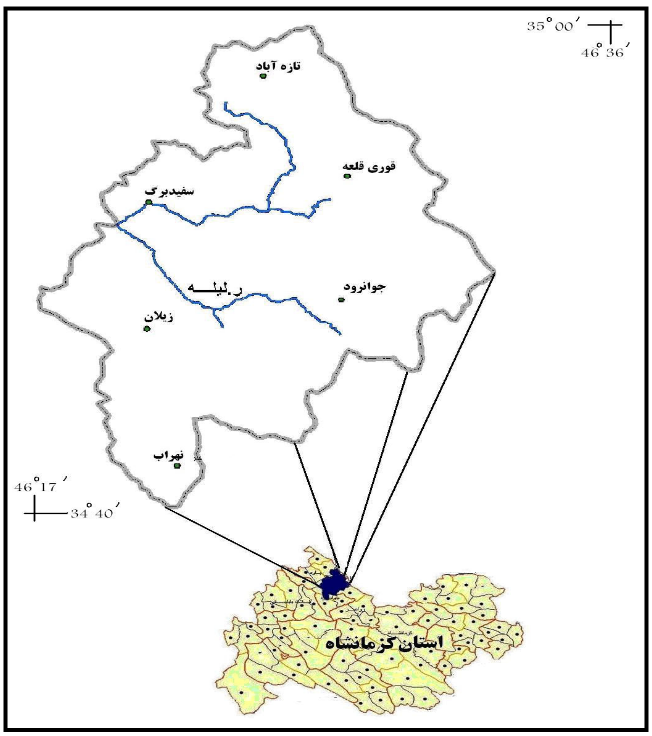
منطقه‌ی مورد مطالعه از اقلیم مدیترانه‌ای تا نیمه مرطوب برخوردار بوده و کوهستانی است. رودخانه‌ی لیله به عنوان زهکش اصلی حوضه دارای رژیم نامنظم و طغیان‌های فصلی است. مسأله‌ی حرکات دامنه‌ای و به طور مشخص لغزش، باعث خسارت به جاده‌ها، زمین‌های کشاورزی و بعضاً منازل ساکنان نواحی شیب دار و دامنه‌ها می‌شود.

کمبود اراضی مسطّح، ساکنان را وادار ساخته که در درّه ها و کرانه‌ی رودخانه‌ها یعنی جایی که دارای آب و خاک مناسب تر است، سکونت گزین‌اند. وفور جریانات سطحی و سرعت زیاد جریانات، در نتیجه‌ی قدرت تخریب بالا، موجب فرسایش کرانه ها و تخریب مزارع و باغ‌ها شده است و هر ساله خسارات زیادی به مردم تحمیل می کند.

وجود گسل‌های فعّال در حوضه(از جمله گسل جدید زاگرس) و این‌که حوضه در محدوده با خطر زلزله خیزی بالا در کشور قرار دارد، از عوامل بالقوّه تشدید خطر رانش و لغزش زمین است. افزون بر عوامل طبیعی ذکر شده، مسأله‌ی فرسایش انسانی و بریدن سطح اتکای دامنه‌ها برای احداث جاده، ساختمان، قطع جنگل باارزش بلوط و یا تخریب مراتع و به زیر کشت بردن اراضی پرشیب و... از مشکلات دیگر حوضه است.

با توجه به مسایل مطرح شده در بالا، اهمیّت مطالعه و کنکاش در ویژگی‌های هیدروژئومرفولوژیک حوضه، به منظور درک صحیح اوضاع طبیعی و قوانین حاکم بر محیط، به جهت استفاده بهینه از امکانات

محیطی در راستای توسعه‌ی پایدار و برنامه ریزی درست آشکار می شود. لذا با توصیف و تحلیل فرم ها و فرایندهای منطقه، تلاش شده گامی در جهت شناخت درست و اصولی منطقه‌ی مورد مطالعه برداشته شود.



شکل۱: موقعیّت و محدوده‌ی حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی لیله

موادّ و روش‌ها

در تحقیق حاضر، با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰، عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، محدوده‌ی منطقه مشخص شده و نقشه های توپوگرافی و زمین‌شناسی حوضه در محیط نرم افزارGis تهیه و ترسیم گردید. سپس با انجام چندین نوبت کارهای میدانی در فصول مختلف سال، عوارض و اشکال موجود در نقشه ها و تصاویر با شرایط محیط مطابقت داده شد و با مطالعه‌ی منابع کتابخانه‌ای موجود، و

از آمارهای اقلیمی منطقه و تحلیل‌های اقلیمی و هیدرولوژیکی حوضه، برای تفسیر و تبیین هیدروژئومرفولوژی منطقه استفاده شده است.

زمین شناسی

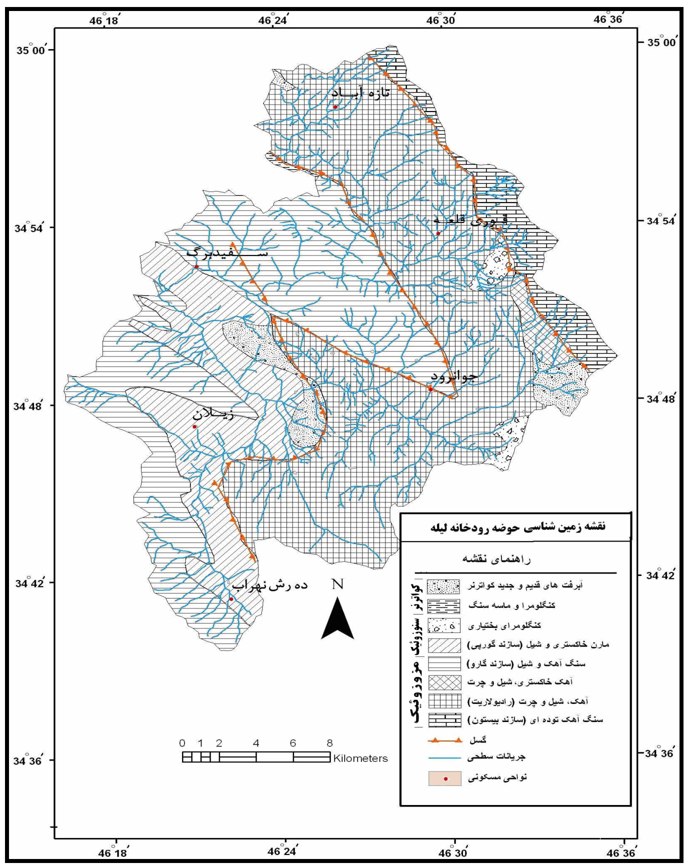
منطقه‌ی مورد مطالعه درمنتهی الیه شمال غرب واحد زمین شناسی زاگرس و در دو زون زاگرس مرتفع و زاگرس چین خورده، واقع شده است. سنگ آهک مربوط به دوره کرتاسه، بیشترین سطح حوضه را شامل می‌شود. مارن و شیل(مربوط به دوران دوم و سوم) در قسمت‌های مرکزی و غرب حوضه، از جمله سازندهای دارای حساسیت زیاد به فرسایش هستند. سنگ آهک توده‌ای بیستون مربوط به دوره کرتاسه، قدیمی ترین و آبرفت‌های کواترنر که در امتداد رودخانه ها و قسمت‌هایی از جنوب شرق حوضه دیده می شوند، جدیدترین سازندهای حوضه محسوب می‌شوند. این منطقه از لحاظ تکتونیکی فعّال و دارای گسل‌های متعددی است. گسل اصلی حوضه، گسل جدید زاگرس یا رورانده‌گی است که در شرق و شمال شرق حوضه واقع شده است و مرز سازندهای آهک بیستون و رادیولاریت(در قسمت میانی و شرق حوضه) را با سایر سازند ها مشخص و محدود می کند. غیر از این گسل اصلی، چند گسل فرعی هم در امتداد غربی رورانده‌گی گسترش دارند. گسل‌های حوضه به تبعیّت از روند عمومی زاگرس امتداد شمال غرب–جنوب شرق دارند(شکل۲).

آب و هوا

این حوضه با توجه به شرایط جغرافیایی در مسیر بادهای غربی و سیستم‌های جوّی مدیترانه ای واقع شده و در فصل سرد بارش‌های زیادی دریافت می کند، اما در فصل گرم تحت نفوذ پرفشار جنب حارّه‌ای قرار داشته و خشک است(علیجانی، ۱۳۷۹). میانگین بارش سالانه‌ی ایستگاه جوان‌رود در جنوب شرق حوضه۶۱۸ میلی‌متربوده است(دوره آماری۸۳–۱۳۶۷) که کمترین بارش سالانه در حوضه در سال۱۳۶۸به میزان ۳۶۰ میلی‌متر و بیشترین مقدار بارش سالانه نیز در سال ۱۳۷۲به میزان ۹۴۵ میلی‌متر بوده که نوسان بالایی را نشان می‌دهد(سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۸۵).

در مورد نوع بارش، با توجه به آمار سالنامه‌ی ایستگاه سینوپتیک روانسر(در۲۰ کیلومتری جنوب شرق حوضه) میانگین تعداد روزهای همراه با بارش ۷۹روز است که تعداد ۲۱/۶روز از سال با بارش برف یا تگرگ همراه بوده است. بارش برف، در تکوین و توسعه اشکال کارستی و ذخیره‌ی آب مورد نیاز برای فصل خشک و

تگرگ در فرسایش خاک و خسارات مالی بر کشاورزی حوضه اهمیت زیادی دارنـد. بیـشترین مقـدار بـارش سالانه در فصل زمستان اتفاق می افتد(حدود نیمی از بارش سالانه) و فصل پاییز در مرتبه‌ی دوم قرار دارد. بیشینه‌ی بارش روزانه، یکی از پارامترهایی است که در وقوع سیل نقش اصلی را دارد. بر اساس آمار شانزده سـاله بـارش روزانه‌ی ایستگاه جوانرود، بیشترین بارش روزانه در این دوره آماری(۸۲-۱۳۶۶) بـه مقـدار ۶۴/۲ میلـی‌متـر و در سال ۱۳۸۱رخ داده است و با دوره‌ی بازگشت شانزده ساله است، در حالی که کمتـرین بـارش بیـشینه بـه میـزان ۲۷میلی‌متر و در سال ۱۳۸۲بوده است. بارش شدید روزانه، نقش زیادی در بروز سیل و تخریب خاک دارد.



شکل۲: نقشه زمین شناسی حوضه لیله

میانگین دمای سالانه‌ی حوضه، ۱۵درجه‌ی سلسیوس و میانگین سالانه رطوبت نسبی ۴۵درصد بوده است. سمت باد غالب اول شمال غربی با درصد وقوع ۱۱درصد کل بادها و باد نائب غالب، باد غربی با فراوانی وقوع ۶درصد می باشد. درصد فراوانی باد آرام طیّ این مدّت بالغ بر ۵۵ درصد است و سرعت متوسط باد نیز ۶/۲ متر بر ثانیه محاسبه شده است. اقلیم منطقه در طبقه بندی دومارتن در گروه اقلیمی مدیترانه ای در سیستم طبقه بندی کوپن، دارای اقلیم مرطوب است و با مراجعه به کلیموگراف آمبرژه در طبقه‌ی نیمه مرطوب سرد قرار گرفت. موارد بالا نمایانگر زمینه‌ی مساعد اقلیمی حوضه برای فعّال بودن هیدروژئومرفولوژی در حوضه است.



	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
حرارت	4.5	9.3	17.3	23.3	28.7	29.5	24.9	18.5	13.1	7.2	2.5	1.1
بارش	76.2	98.4	79	85.3	38.2	7.8	0.2	1.2	0.3	14	53.3	74.9

شکل ۳: منحنی آمبروترمیک ایستگاه روانسر (دوره آماری ۱۳۸۲-۱۳۶۶)

خاک و پوشش گیاهی

خاک نفوذپذیر و پوشش گیاهی متراکم، از موانع بزرگ در برابر فرسایش‌اند که در اغلب قسمت‌های حوضه موجوداند. اما در مناطقی که این دو عامل تضعیف و تخریب شده اند (به ویژه در غرب و شمال غرب حوضه) اشکال فرسایش متعدد ظاهر و توسعه یافته‌اند. با توسعه‌ی اشکال فرسایشی صدمات و خسارات زیادی به محیط و انسان وارد می‌شود.

خاک در کوههای بلند کم عمق و بافت آن سبک تا متوسط [۱] خاک نواحی تپه‌ای کـم عمـق و در نـواحی پر شیب بدون خاک، بافت خاک متوسط است. فلات ها دارای خاک عمیق تا بسیار عمیق و نیز با بافت بـسیار سنگین [۲] است. خاک دشت های دامنه ای عمیق تا بسیار عمیق و بافت آن سنگین تا بسیار سنگین است. بـه طـور کلی رژیم حرارتی خاک [۳] و رژیم رطوبتی [۴] در زیر گروه انسپیتی سول [۵] قرار می گیرد (مشاورین سـنجش از دور، ۱۳۷۹).

پوشش گیاهی نقش و اهمیت زیادی در تـشکیل خـاک و جلـوگیری از فرسـایش، تنظـیم رودخانـه هـا و جریانات و همچنین تکوین اشکال کارستی و ... دارند. تیپ های گیاهی اغلب شامل تیپ گون، علف پشمکی [۶] تیپ گون، فیستوکا [۷] تیپ گون، جو دائمی [۸] و دارای پوشش تاج ۴۷ تا ۵۴درصـد و گـرایش متوسـط تـا منفـی است. جنگل‌ها (عمدتا بلوط) در ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۲۲۰۰ متر گسترش دارند و در ارتفـاع بـالای ۲۲۰۰ متـر عمومـا مرتعی است. در حدود ۶۰ درصد از کل مساحت حوضه را (در این محدوده ارتفاعی) شـامل مـی‌شـود. در واقـع چشم انداز جنگلی حوضه مورد مطالعه را درخت بلوط تشکیل داده است.

هیدرولوژی

مساحت، شکل، شیب، جهت شیب، ارتفاع، پوشش زمین، و...، همگی در رفتار هیدرولوژیکی حوضـه هـا نقش اساسی دارند. نقش ترکیبی فیزیوگرافی و هیدرولوژی در تشکیل اشکال فرسایشی آبی در نواحی مختلف مشاهده می شود.

---

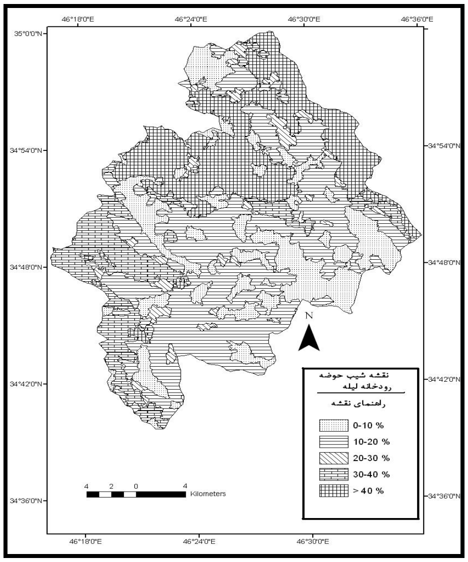
۱. Sandy Loam
۲. Salty clay
۳. Mesic
۴. Xeric
۵. Inceptisols
۶. Astragalus-Bromus
۷. Astragalus-Festuca
۸. Astragalus-psatatyros

مساحت حوضه‌ی مورد مطالعه، با استفاده از پلانیمتر دیجیتالی روی نقشه‌ی توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ اندازه‌گیری شده و به میزان۵۷۶ کیلومترمربع و نیز با استفاده از نرم افزار Arc Gis مساحت آن ۵۷۴ کیلومتر مربع محاسبه شده است که با توجه به دسته بندی حوضه ها از نظر مساحت در گروه متوسط قرار می گیرد(یعنی حوضه های بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلومتر مربع مساحت). محیط حوضه با استفاده از نقشه‌ی توپوگرافی اسکن و دیجیتالی شده حوضه در محیط نرم افزار Arc Gis محاسبه شده و برابر با ۱۳۷کیلومتر به دست آمده است. بیشینه‌ی ارتفاع حوضه ۳۳۹۰متر و در شمال شرق حوضه و کمینه‌ی ارتفاع نیز ۱۰۰۰متر از سطح دریا و در محل خروجی حوضه می‌باشد و ارتفاع متوسط حوضه ۱۸۵۰متر محاسبه شده است. زهکش اصلی حوضه‌ی "رودخانه‌ی لیله" می باشد و طول آبراهه‌ی اصلی تا خروجی حوضه، ۳۴ کیلومتر است(شکل شماره۵). در نواحی کوهستانی(مانند حوضه لیله) شیب زیاد باعث تمرکز سریع آب ناشی از رگبارها و در نتیجه سیلاب‌های مهلک و خسارت بار می‌شود. تشکیل خاک، پوشش گیاهی، نفوذ پذیری، حرکات دامنه ای و... تحت تأثیر شیب قرار دارند. شیب حوضه به روش هورتن به میزان۱۴/۸درصد و شیب توازنی حوضه به روشGis، ۱۶/۳درصد محاسبه شده است که این خود نشان دهنده‌ی تمرکز سریع رواناب و سرعت زیاد جریانات سطحی در این حوضه است.

جهت شیب یکی دیگر از متغیّرهای مهم و تأثیرگذار در مباحث مربوط به رژیم جریانات و نیز تکوین اشکال ژئومرفولوژی گوناگون در دامنه های با جهت‌های متفاوت است. به عنوان نمونه در حوضه‌ی مورد مطالعه دامنه‌های رو به شمال مرطوبتر و دارای پوشش گیاهی متراکم تر و در نتیجه در برابر فرسایش مقاومتر است، در حالی که دامنه های رو به جنوب، به نسبت لخت و در آنها فرسایش شدیدتر است.

جدول ۱: توزیع سطوح شیب حوضه لیله

کلاس شیب	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
طبقه شیب (درصد)	۷۰<	۶۰–۷۰	۵۰–۶۰	۴۰–۵۰	۳۰–۴۰	۲۰–۳۰	۱۰–۲۰	۰–۱۰
مساحت (km^2)	۷	۱	۱	۹	۴۳	۱۲۱	۲۰۰	۱۹۲



شکل۴: نقشه‌ی شیب حوضه رودخانه لیله ترسیم شده در محیط نرم افزار Arc Gis

جدول۲: توزیع سطوح جهت شیب حوضه

جهت شیب	F	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
مساحت(Km^2)	۱۳۱	۵۹	۴۱	۳۹	۶۷	۸۲	۶۲	۴۶	۴۲
مساحت نسبی (%)	۲۲/۹	۱۰/۳	۷/۱	۶/۸	۱۱/۷	۱۴/۳	۱۱/۲	۸/۰	۷/۴

رتبه‌بندی آبراهه‌های حوضه‌ی مورد مطالعه به روش استرالر(۱۹۶۴) انجام شده است. با توجه به محاسبات انجام شده و نقشه های رقومی که بر اساس نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰منطقه در محیط نرم افزار Arc Gis از شبکه‌ی آب‌های سطحی حوضه ساخته شده(نقشه شماره۵) تعداد کل آبراهه ها در حدود ۴۸۳شاخه و مجموع طول آنها نیز در حدود ۷۲۱ کیلومتر محاسبه شده است. روشن است که تراکم شبکه های جریانات سطحی

زیاد است و این مقدار از تقسیم طول آبراهه‌ها بر مساحت حوضه به دست آمده که عدد ۱/۲۶حاصل شده است، یعنی به ازای هر کیلومتر مربع مساحت حوضه، ۱/۲۶ کیلومتر جریان سطحی وجود دارد.

شبکه‌ی جریان‌های سطحی از به هم پیوستن نخ آبها، آبراهه‌ها و رودخانه‌های داخل یک حوضه‌ی آبریز تشکیل می شود. تراکم شبکه‌ی آرایش آبراهه‌ای و الگوهای کلّی آن چنانچه ناشی از فعّالیّت‌های تکتونیکی نباشد، از نظر ژئومرفولوژی به ویژه در تعیین فرایندهای فرسایشی دارای اهمیّت زیادی است. مطالعه‌ی این الگوها، اطّلاعات با ارزشی در مورد میزان نفوذپذیری، جنس سنگ یا مقاومت آنها و ساختمان زمین شناسی در اختیار ما قرار می دهد(رامشت،۱۳۸۴).

وضعیّت انشعاب‌های آبراهه‌های یک آبخیز و یا مقایسه‌ی دو آبخیز از نظر چگونگی شبکه‌ی آبراهه‌ها از ضریب شاخه شدن[1] استفاده می‌شود. برای حوضه‌ی لیله از رابطه‌ی زیر، که توسط هورتون(۱۹۴۵) ارائه شده، محاسبه شده است :

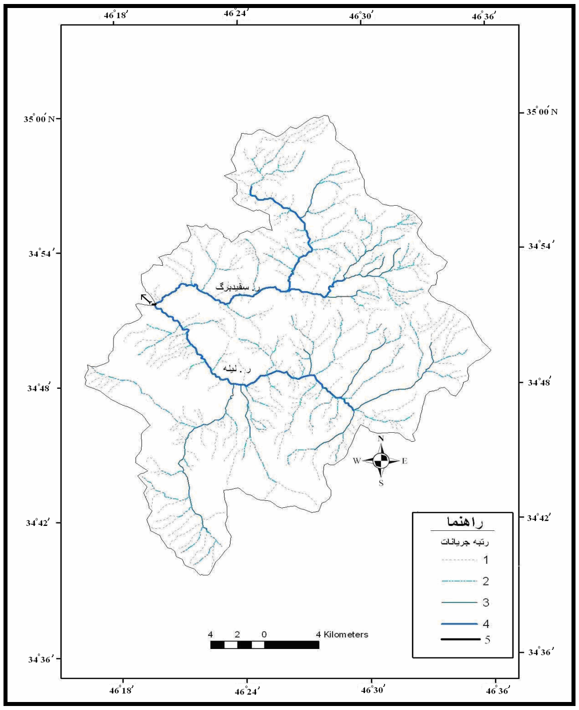
$$\frac{370}{88}+\frac{88}{16}+\frac{16}{2}+\frac{2}{1}(\frac{1}{5-1})=4.9 \quad R_b = \quad R_b = \frac{N_u}{N_{u+1}}(\frac{1}{u-1})$$

از عدد ۴/۹، متوجه می‌شویم که حوضه دارای شاخه‌های زیادی است و هیدروگراف باید شکل خوابیده داشته باشد و زمان تمرکز زیاد باشد(به دلیل افزایش ذخیره موقت آب در شبکه آبراهه ها).

جدول ۳. ویژگی‌های شبکه‌ی جریانات سطحی حوضه‌ی لیله

رتبه	تعداد آبراهه های هر رتبه	طول آبراهه(متر)
۱	۳۷۰	۴۰۵۷۲۱
۲	۸۸	۱۹۹۵۶۰
۳	۱۶	۶۱۱۸۲
۴	۲	۵۲۸۱۲
۵	۱	۴۷

۱. Bifurcation Ratio

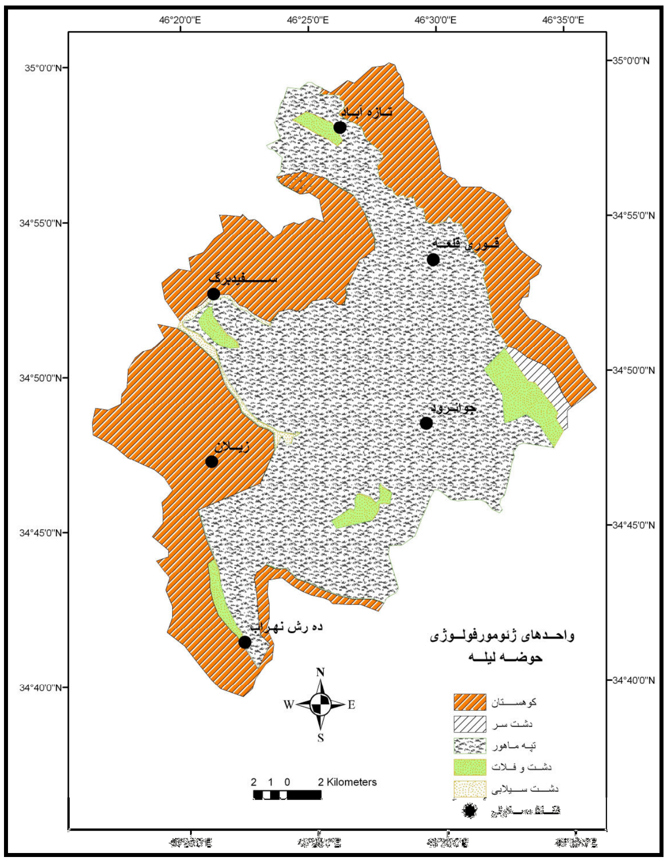


شکل ۵: نقشه‌ی شبکه‌ی آب‌های سطحی حوضه‌ی لیله

ژئومرفولوژی حوضه

در یک نگاه کلی می توان حوضه‌ی لیله را به **۳**واحد همگن از لحاظ مورفولوژی یعنی کوهستان، تپه ماهور و دشت تقسیم کرد که در این میان، واحدهای کوهستان و تپه ماهور گستره وسیعتری را در برداشته و واحد دشت وسعت کمتری دارد. با نگاه دقیقتر می توان واحدهای دیگری از جمله دشت سر، دشت سیلابی را نیز افزود. بنابراین، در این حوضه تعداد پنج واحد مورد بررسی خواهد بود. واحد کوهستان بیشتر پیرامون حوضه را در برگرفته، در واقع حوضه را باید با این واحد معرّفی کرد. مرتفع ترین کوههای استان کرمانشاه، یعنی کوهستان شاهو، در شرق و شمال شرقی حوضه قرار دارد و خط تقسیم آب این حوضه با حوضه های شرقی از این کوهستان می گذرد(شکل۶). این کوهستان آهکی با دریافت نزولات جوّی و عبور آن از طریق درز و

شکاف های زیاد خود، منشأ و منبع اصلی آب‌های سطحی و زیرسطحی حوضه می باشد. چنانچه سراب ها و چشمه های پای این کوه(ازجمله چشمه غارهای کاوات و قوری قلعه) تغذیه کننده اصلی رودخانه های لیله و سفیدبرگ است.



شکل۶: نقشه‌ی واحدهای ژئومرفولوژی حوضه‌ی رودخانه لیله

از جمله اشکال ژئومرفولوژی که در واحد کوهستان مشاهده می شوند، اشکال کارستی در سازندهای آهکی منطقه کوهستانی شرق حوضه یعنی کوه شاهو است. در این کوه به غیر از پولیه سایر مراحل کارستی از

تشکیل حفره های کوچک سطحی تا ایجاد چاهها، حفره ها، درّه‌های کور، درّه های معلّق، غـار و رودخانـه‌ی زیرزمینی قابل مشاهده است.

سنگ‌های حوضه‌ی مورد مطالعه رسوبی و اغلب آهکی است. در سنگ‌هـای کربناتـه مثـل آهـک و دولومیت در شرایط متفاوت اقلیمی اشکال متفاوتی به وجود می‌آید. در نواحی مرطوب مانند حوضـه‌ی مـورد مطالعه اشکال کارستی مانند لاپیه و دولین و غارهای آهکی(قوری قلعه و کاوات) به فراوانی به چـشم مـی خـورد در حالی که در نواحی خشک وضعیّت دیگری حاکم است.

عامل اصلی در عمل کارست، انحلال آهک می‌باشد. کربنات کلسیم به صـورت کلـسیت یـا بـه صـورت آراگونیـت در آب‌هـای بـدون گـاز کربنیـک، تقریبـاً غیـر قابـل حـل اسـت، ولـی هرگـاه در آب مقـداری گاز کربنیک(CO_2) باشد، قابلیّت انحلال کربنات کلسیم و کربنات منیزیم را افزایش می‌دهد (درز و شکاف‌های تکتونیکی شرایط را برای ورود بیشتر آب به داخل توده های آهکی از قبل آماده می کنند).

به طور کلّی اشکال کارستی زیر در حوضه دیده می شوند:

لاپیه: مهمترین نوع این اشکال لاپیه‌ی خطی است که در سازند آهکی بیستون واقع در شرق و شـمال شـرق حوضه به وفور مشاهده می شود(شکل۷). این بریدگی‌ها در اثر انحـلال سـازند آهکـی توسـط آب موجـود در خاک، که با اسید کربنیک همراه است، به وجود می آیند.

چاله های بسته: مشخص‌ترین و گویاترین اشکال سطحی کارستی، چاله هـای کوچـک یـا بـزرگ اسـت. مهمترین این چاله ها عبارت‌اند از : دولین ها، پلیه هاو آون ها. این اشکال به ویـژه در کـوه شـاهو واقـع در شـرق حوضه دیده می شوند و از قدیم دامداران کوچ نشین برای ذخیره‌ی آب و برف برای مصرف خود و احـشام از آن استفاده می کردند.

غارها را می توان به عنوان یکی از آثار مراحل نهایی توسعه‌ی اشکال کارستی در نظـر گرفـت. در منطقـه‌ی مورد مطالعه دو غار معروف به نام‌های قوری قلعه و کاوات وجـود دارنـد کـه هـر دو غـار در شـرق حوضـه بـه فاصله‌ی تقریبی ۲۲۰۰ متر از هم قرار دارند و از نوع آبـی هـستند. غـار قـوری قلعـه دارای قنـدیل‌هـای سـقفی و مخـروط هـای کلـه قنـدی[۱] زیبـا و دیـدنی اسـت(شـکل۸). ایـن غـار ارزش توریـستی زیـادی دارد و همـواره گردشگران داخلی و خارجی زیادی را جذب مناظر زیبای کارستی خود نموده و ارزش اقتصادی زیادی بـرای

۱.Stalactte

ساکنان منطقه‌ی مورد مطالعه دارد، ضمن این‌که منابع آبی آن نیز اهمیت فراوانی برای شرب، کشاورزی و سایر مصارف ساکنان حوضه دارد.



شکل۷: اشکال سطحی انحلالی لاپیه بر روی سنگهای آهکی سازند بیستون در شرق حوضه



شکل۸: نمایی از قندیل های رسوبی داخل غار قوری قلعه(منبع : سایت گردشگری کرمانشاه)

در واحد تپه ماهور در قسمت‌های میانی و غرب حوضه اشکال ناشی از فرایندهای دامنه ای از قبیل ریزش، لغزش، خزش، روانه گلی و... به چشم می خورند که اغلب ناشی از دخالت عوامل دینامیک بیرونی روی دامنه‌ها هستند.

لغزش مواد بر دامنه ها، از شایع ترین این اشکال است که در نواحی مرکزی و غربی حوضه گسترش بیشتری دارد. نزدیکی به گسل فعّال، وجود خاک ریزدانه، نزدیکی به رودخانه، بارگذاری روی دامنه ها و

اعمال مکانیکی منجر به تخریب سطح اتکای دامنه ها، از مهمترین عوامل مؤثّر در وقوع لغزش هستند. در حوضه‌ی لیله، پنج مورد زمین لغزش عمده مشاهده شده که چهار مورد آنها روی دامنه های رو به شمال و اغلب نزدیک رودخانه ها واقع شده اند. بزرگترین زمین لغزش مشاهده شده در مسیر جاده جوان‌رود ـ تازه آباد و در نزدیکی روستای کانی گوهر، باعث تخریب جاده شده است(شکل۹).



شکل۹: لغزش توده سست(سارند گوریی) در اثر تخریب سطح اتکای دامنه در اثر اعمال مکانیکی احداث جاده

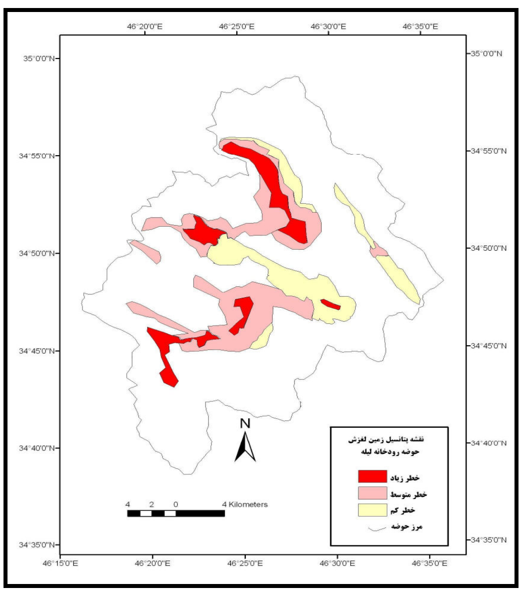
یکی دیگر از اشکال لغزشی که در حوضه‌ی مورد مطالعه مشاهده شده است، در درّه کوهستان بانی توان واقع در ۳ کیلومتری شرق شهر جوان‌رود است که منجر به بسته شدن درّه کوهستانی و تشکیل دریاچه‌ای فصلی به نام گوم[1] شده است که معمولاً با آغاز سیلاب‌های بهاری پرآب شده و تا اواخر تابستان (در مواردی در تمام طول سال) آب دارد. مساحت این دریاچه در حدود ۳۰۰۰ مترمربع است(شکل۶).

برای پی بردن به نواحی مستعد زمین لغزش در حوضه با توجه به مهمترین عوامل مؤثّر در وقوع این پدیده، پهنه بندی پتانسیل زمین لغزش و تهیه‌ی نقشه در محیط GIS با استفاده از لایه های زمین شناسی، شیب، رودخانه‌های اصلی، جاده و گسل‌ها، آنالیز هم‌پوشانی انجام شده و نقشه‌ی نواحی حساس به زمین لغزش در سه طبقه دارای خطر زیاد، متوسط و کم تهیه شده است(شکل ۱۰).

۱. Goom

پدیده‌ی سولی فلوکسیون،[۱] یکی دیگر از اشکال ژئومرفولوژی دامنه هاست. از شرایط ضروری برای وقوع این پدیده می‌توان به دخالت آب و وجود رسوبات ریزدانه‌ی سست و عامل شیب، اشاره کرد. نفوذپذیری ذرّات را نیز باید به این مجموعه افزود. این پدیده در قسمت‌های غربی حوضه که سازندهای سست بیشتری دارد، مشاهده شده است و در نزدیکی روستای زیلان بیشتر از جاهای دیگر این اشکال مشاهده شده است. اشکال واریزه ای در اثر عملکرد تخریب مکانیکی روی دامنه‌های پرشیب سنگی پدید آمده است و اغلب دانه‌ها گوشه دار و بی نظم بوده و در ماسه سنگ‌ها بیشتر دیده شده است.

پدیده‌ی بهمن در دامنه‌های شمالی حوضه مشاهده شده است، که با توجه به ارتفاع به نسبت زیاد، ماندگاری برف، ضخامت برف، شیب مناسب و اقلیم سرد زمستانی حدود ۳۰درصد بارش به صورت برف است و شرایط برای وقوع بهمن مساعدتر است. اشکال فرسایشی شیاری روی دامنه‌های شیب دار و دارای خاک ریزدانه در دامنه ها دیده شده است.



شکل ۱۰: نقشه‌ی پهنه بندی نواحی دارای پتانسیل زمین لغزش در حوضه‌ی لیله

---

۱ .Solifluction

تنگ از جمله اشکال ناشی از کاوش عمیق عمود بر محور طولی چین ها توسط آب است و از مصادیق عدم انطباق بین ساختمان زمین شناسی و شبکه‌ی آبراهه‌هاست. درّه رودخانه‌ی سفیدبرگ را می توان به عنوان یک تنگ در نظر گرفت که در جهت شرقی-غربی چین های واقع در سازندهای رادیولاریت، گارو و گورپی مربوط به دوره‌ی کرتاسه و ترشیاری را بریده است و در مسیر خود پرتگاههای درّه ای ایجاد نموده است. (در محل روستای نوئل بیش از ۲۰۰ متر) درّه این رودخانه اغلب تنگ و V شکل است. تنگ چشمه گدار در غرب حوضه، یکی از این اشکال است که کوه زیلان را در جهت عمود بر محور طولی بریده است.

در واحد دشت‌های دامنه‌ای اشکال مختلفی مشاهده می‌شود که بیشتر تحت تأثیر فرایندهای رودخانه‌ای و آب‌های جاری هستند؛ اشکال فرسایش خندقی از جمله‌ی این اشکال است. در گذشته این اشکال را مرحله‌ی پیشرفته‌ی فرسایش آبراهه‌ای می دانستند، لیکن امروزه پیدایش آن را نتیجه‌ی فرایند بسیار پیچیده‌ای می‌دانند و عواملی مانند انحلال، وجود چاله‌ی اولیّه برای نفوذ آب، توسعه و گسترش آبراهه‌ی زیرزمینی و ... را در تشکیل گالی ضروری می‌دانند؛ این درّه ها عمیق‌تر و پهن‌تر از اشکال فرسایش شیاری هستند. عمق این اشکال از ۳۰سانتی‌متر تا چند متر است که در این حالت سنگ مادر در کف آن ظاهر می‌شود. اشکال فرسایش خندقی در زمین‌های دارای ضخامت زیاد سازند مارن و رس، به شکل V و در زمین‌های دارای ضخامت کم سازند سست و تخریب به یک طبقه‌ی سخت می رسد و به شکل U بروز می کند(احمدی، ۱۳۷۴).

در حوضه‌ی لیله، این اشکال در درّه‌ها و دشت های سیلابی پیدا می شوند، به ویژه در جاهایی که رسوبات تجمّع یافته و جریان‌های سیلابی از کوهستان با قدرت زیاد سرازیر می‌شوند. عامل شیب زیاد حوضه و بارش زیاد و بعضاً شدید و سیلابی، باعث پدید آمدن این اشکال به میزان زیاد شده است(شکل ۱۱).



شکل ۱۱ : اشکال فرسایش خندقی در حوضه لیله

فرسایش کناری رودخانه‌ای[۱] در مسیر رودخانه‌های اصلی حوضـه زیـاد بـه چـشم مـی‌خـورد. در ایـن نـوع فرسایش جریان آب، به ویژه آب‌های گل آلود مسلح به دانه‌های ریگ، شن و غیـره، موجـب سـایش و شـسته شدن دو طرف بستر و حمل مواد بیشتر با خود می‌شود. با این عمل، زمین‌های دیواره بـستر اسـتحکام خـود را از دست داده و به تدریج می‌ریزد و با افزایش موّاد خـاکی در آب، وزن مخـصوص آن بیـشتر و قـدرت و نیـروی تخریب آن زیادتر می‌شود. این اشکال فرسایشی در زمین‌های با جنس خاک سست، بیشتر توسعه می یابند و در جاهایی که با دخالت انسان در مسیر رودخانه‌ها به اشکال مختلف، از جمله باغداری و کشاورزی در دشت‌هـای سیلابی و تنگ کردن مجراها برای کاربری های دیگر همراه باشد، ایجاد این گونه اشکال تشدید و خسارت بـار خواهند شد.

دشت سیلابی عبارت از سطحی آبرفتی است که با آبراهه در ارتباط است و اغلب از آب پوشیده می‌شـود. اندازه دشت سیلابی معمولاً به میزان تخلیه‌ی رود بستگی دارد(چورلی و همکـاران، ۱۳۷۹). البتـه نقـش عوامـل دیگر را نیز نباید از نظر دور داشت، میزان شیب طـولی آبراهـه‌ی اصـلی، میـزان بـار رسـوبی سـیلاب و سـاختار توپوگرافی درّه های رودخانه‌ای از دیگر عوامل مؤثّر در گسترش و یا عدم گسترش دشت های سـیلابی اسـت، به این معنی که مواد نهشته شده در دشت‌های سیلابی کرانه‌های رودخانـه‌ای از بالادسـت برداشـته و بـا کـاهش شیب و به دنبال آن کاهش قدرت رودخانه‌ها موادّ حمل شده به جای گذاشته می شوند. درحالی که جریان‌های با سرعت زیاد و بدون کاهش چندان در قدرت و سرعت از حوضه خارج می‌شوند. به دلیـل شـیب زیـاد بـستر رودخانه‌ها و تنگ بودن درّه ها دشت سیلابی در حوضه‌ی لیله وسعت چندانی ندارد.

فرسایش در اصل یک پدیده‌ی طبیعی است و در هرصورت روی مـی‌دهـد و فرسـایش طبیعـی غیـر قابـل کنترل و کارهای مکانیکی نیز چندان مؤثّر نیست. اما چیزی که امروزه مورد توجه است، فرسـایش تـشدیدی یـا آنتروپیک است که در نتیجه‌ی بهره برداری بیش از حد در بخشی از زمین صورت می گیرد و این نوع فرسایش است که بشر می‌تواند با آن مقابله کند و از میزان آن بکاهد. نقش انسان در افزایش فرسایش با پیـشرفت علـوم و

---

۱. Lateral Erosion

فن‌آوری بسیار بارزتر از گذشته شده است و مبارزه با این نوع فرسایش در همه جوامع مورد توجه و تأکید است.

در منطقه‌ی مورد مطالعه، با توجه به کمبود زمین و وابستگی اقتصادی مردم به منابع محیطی، منابع محدود در معرض تخریب‌اند. به عنوان نمونه، توسعه‌ی گالی‌ها و عمیق شدن درّه‌ها و تخریب باغ‌های حاشیه‌ی رودخانه‌ها و چرای بیش از حدّ دام‌ها در مراتع دامنه‌های شیب‌دار، تخریب جنگل‌های بلوط، همه و همه باعث افزایش بار رسوبی و گل آلود شدن رودخانه ها و افزایش قدرت سیلاب‌ها شده است. کشاورزان با توجه به کم بازده بودن زمین‌ها به دلایلی مثل شیب زیاد زمین ها و مخاطرات طبیعی مثل سرمازدگی و خشکسالی مجبوراند برای تأمین معاش، سطوح بیشتری را به زیر کشت ببرند و اجازه آیش به زمین های زراعی ندهند، یعنی این‌که برای تصرّف زمین بیشتر به شیب های تندتر دست اندازی کرده و با توالی کشت روی زمین‌های موجود، باعث کاهش موادّ آلی و فرسایش پذیری بیشتر خاک شده اند.

برداشت ماسه از رودخانه‌ها برای استفاده از آن در مصالح ساختمانی، در مواردی باعث ریزش دیواره ها به داخل مجراهای رودخانه(در قسمت های میانی حوضه) و نیز تغییر سمت و سوی خط بیشینه‌ی سرعت آب رودخانه ها و افزایش بار رسوبی آنها شده است.

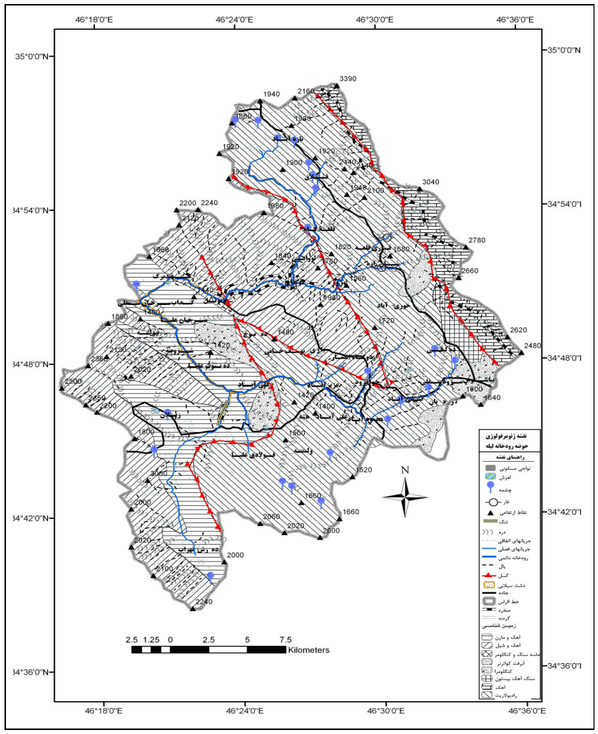
کشاورزان و باغداران برای انحراف آب رودخانه ها به سمت مزارع و باغ‌ها اقدام به ساختن بند در مسیر رودخانه ها می کنند، که این مهم در دوره‌ی وقوع سیلاب‌های بهاری باعث ایجاد مانع در مسیر آب و انحراف سیلاب به دشت‌های سیلابی کناره رودخانه‌ها و فرسایش شدید خاک و حتی سرنگونی درختان واقع در کرانه‌های رودخانه می‌شود. رها کردن زباله‌ها در داخل رودخانه‌ها نیز با توجه به تجمّع آنها در فصل کم آبی و انباشته شدن، در فصول پر باران توسط سیلاب‌ها مورد هجوم و در مواردی باعث انحراف سیلاب می‌شوند.

تخریب پوشش گیاهی در نتیجه‌ی چرای بی‌رویّه و یا بر اثر بوته‌کنی دامداران، باعث افزایش فرسایش خاک و افزایش بار رسوبی و گل آلود شدن رودخانه‌ها و افزایش تخریب پای دامنه‌ها شده است.

آبیاری نادرست زمین‌های کشاورزی که شیب زیاد دارند، در موارد زیادی باعث تشکیل گالی‌ها و شستشوی خاک کم عمق زمین‌های کشاورزی و نمایان شدن سنگریزه و تخته سنگ‌های زیرین شده است.

تخریب جنگل‌های با ارزش بلوط برای مقاصد سوخت و کشاورزی باعث توسعه‌ی برهنگی دامنه‌ها و افزایش رسوب رودخانه‌ها و افزایش خطرات ناشی از بهمن و حرکات دامنه‌ای شده است. که این موضوع خود می‌تواند باعث افزایش خسارت و گسترش فقر ساکنان شود. مسأله‌ی تنگ کردن مجراهای رودخانه‌ای برای توسعه‌ی کشاورزی، باعث افزایش سرعت سیل‌ها و تخریب مزارع و باغ‌ها شده است. جادّه‌سازی بدون ساختن دیوار محافظ، به ویژه در دامنه‌های دارای تناوب لایه‌های با جنس سخت(آهک) و سست(مارن و شیل) در مواردی باعث تضعیف سطح اتکای دامنه‌ها و فراهم شدن شرایط برای حرکات دامنه‌ای شده است(در قسمت های غرب و جنوب غرب حوضه این موارد مشاهده شده است).

کشاورزان و باغداران برای انحراف آب رودخانه ها به سمت مزارع و باغ‌ها اقدام به ساختن بند در مسیر رودخانه‌ها می‌کنند که این کار در دوره‌ی وقوع سیلاب‌های بهاری باعث ایجاد مانع در مسیر آب و انحراف سیلاب به دشت های سیلابی کناره رودخانه‌ها و فرسایش شدید خاک و حتی سرنگونی درختان واقع در کرانه‌های رودخانه می شود.



شکل۱۲: نقشه‌ی ژئومورفولوژی حوضه‌ی رودخانه‌ی "لیله"

انسان و هیدروژئومرفولوژی

در منطقه‌ی مورد مطالعه، تخریب پوشش گیاهی در نتیجه‌ی چرای بی رویّه و یا بر اثر بوته کنی دامداران باعث افزایش فرسایش خاک و افزایش بار رسوبی و گل آلود شدن رودخانه‌ها و افزایش تخریب پای دامنه‌ها شده است. غرقابی کردن زمین‌های کشاورزی که شیب زیاد دارند، در موارد زیادی باعث تشکیل گالی ها و شستشوی خاک کم عمق زمین‌های کشاورزی و نمایان شدن سنگریزه و تخته سنگ‌های زیرین شده است. کشاورزان و باغداران برای انحراف آب رودخانه‌ها به سمت مزارع و باغات اقدام به ساختن بند در مسیر رودخانه‌ها می کنند، که این موضوع در دوره‌ی وقوع سیلاب‌های بهاری باعث ایجاد مانع در مسیر آب و انحراف سیلاب به دشت‌های سیلابی کناره رودخانه‌ها و فرسایش شدید خاک و حتی سرنگونی درختان واقع در کرانه‌های رودخانه می‌شود. رها کردن زباله‌ها در داخل رودخانه‌ها نیز با توجه به تجمّع آنها در فصل کم آبی و انباشته شدن، در فصول پر باران توسط سیلاب‌ها مورد هجوم و در مواردی باعث انحراف سیلاب می‌شوند. اجرای طرح‌های موکاری در اراضی متعلّق به منابع طبیعی در دامنه‌های شیب دار که چندی پیش با حمایت جهاد کشاورزی صورت گرفت، به دلیل این که کشاورزان برای تقویت نهال‌ها اقدام به از بین بردن علف‌های هرز اطراف آنها می کنند، در موارد زیادی باعث توسعه‌ی شیارها و گالی ها در دامنه ها شده و معمولاً خاک لخت را در معرض آبشویی قرار داده است.

موارد مزبور نمونه‌هایی از نقش انسان در پیدایش و یا تسریع اشکال جدید فرسایش آبی در حوضه‌ی رودخانه‌ی لیله است. بنابراین انسان با دخالت‌های اغلب ناصواب خود زمینه‌ی تسریع فرسایش و تخریب بیشتر منابع آب و خاک را فراهم نموده است.

نتیجه گیری

حوضه‌ی رودخانه‌ی لیله در غرب کشور، در یک منطقه‌ی کوهستانی دارای شیب زیاد، در زون زمین‌شناسی زاگرس مرتفع و چین خورده و در زون فعّال تکتونیکی واقع شده و دارای اقلیم نیمه مرطوب می باشد. جنس سنگ‌ها اغلب آهکی و دارای میان لایه‌های مارن و شیل است که حسّاس به فرسایش‌اند. اقلیم نیمه

مرطوب تا مرطوب باعث تکوین پوشش گیاهی نسبتاً متراکم و مقاوم به فرسایش شده است، اما قدرت و سرعت جریانات سطحی همراه با سازندهای سست و فعّالیّت‌های انسان، باعث تکوین اشکال فرسایشی آب به میزان زیاد شده است. بدون شک کنترل فرسایش طبیعی ناممکن و یا بسیار پرهزینه خواهد بود، ولی پیشگیری از فعّالیّت‌های انسانی نادرست که باعث تسریع فرسایش و تخریب منابع آب و خاک می شود، امری ممکن و بایسته است. حدود ۶۰درصد سطح حوضه را جنگل‌های با ارزش بلوط فرا گرفته، که به عنوان سدی در برابر فرسایش خاک عمل می کنند. پوشش گیاهی و مرتعی خوب نیز در نواحی فاقد جنگل در برابر فرسایش عمل می کند، لیکن اقداماتی از قبیل: تخریب جنگل، چرای بی رویّه، زراعت در اراضی شیب دار، تنگ کردن مجراها، و اعمال مکانیکی نادرست از قبیل جاده سازی، بدون توجه به مسألهی زمین شناسی و پایداری دامنه‌ها باعث ایجاد حرکات توده ای و لغزشی، جریانات سیلابی و تخریب باغات و مزارع و مشکلات اقتصادی و اجتماعی ناشی از آن شده است. بدون شک با مدیریت صحیح و بهینه‌ی منابع و توجه به پتانسیل و توانایی محیط و اقداماتی از قبیل حمایت از باغداری در برابر کشاورزی و ایجاد اشتغال در بخش صنعت و خدمات، وسواس و دقّت کافی در اجرای طرح های راه سازی و تأمین سوخت(گاز و نفت) ساکنان حوضه تا حدّ زیادی می‌توان به بهبود شرایط محیطی امیدوار بود.

منابع و مآخذ

۱. احمدی، حسن(۱۳۷۴) :*ژئومرفولوژی کاربردی*(فرسایش آبی)، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.

۲. چورلی. ریچارد جی و همکاران(۱۳۷۹) : *ژئومرفولوژی*(فرایندهای دامنه ای، آبراهه ای، ساحلی و بادی)، ترجمه‌ی احمد معتمد، انتشارات سمت، جلد سوم.

۳. رامشت، محمد حسین(۱۳۸۴) : *نقشه های ژئومرفولوژی*، تهران، انتشارات سمت.

۴. سازمان جنگل‌ها و مراتع و آبخیزداری کشور(۱۳۷۷) : مطالعات توجیهی مدیریت منابع تجدید شونده حوضه‌ی لیله و زیمکان، مشاورین سنجش از دور.

۵ سازمان زمین شناسی کشور(۱۳۸۵) : *سایت اینترنتی پایگاه داده‌های علوم زمین*، نقشه‌ی زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰استان کرمانشاه.

۶ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح(۱۳۸۴) : نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰منطقه.

۷. سایت اینترنتی گردشگری کرمانشاه به آدرس www.kermanshah-tourism.ir.

۸ علایی طالقانی، محمود (۱۳۸۱) :*ژئومرفولوژی ایران*، تهران، نشر قومس، چاپ اول.

۹. علیجانی، بهلول(۱۳۷۹) :*آب و هوای ایران*، تهران، انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ چهارم.

۱۰. علیزاده، امین(۱۳۷۹) :*اصول هیدرولوژی کاربردی*، دانشگاه امام رضا، چاپ دوازدهم.

۱۱. محمودی، فرج الله(۱۳۸۲) : *ژئومرفولوژی دینامیک*، تهران، انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ پنجم.

۱۲. میرزایی، حیدر(۱۳۷۳): *بررسی تأثیر تاج پوشش جنگلی بر زیراشکوب مرتعی در جنگل‌های بلوط غرب*، پایان نامه‌ی دانشگاه تربیت مدرس.

مشخصات نویسندگان:

دکتر محمدرضا ثروتی، دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه شهید بهشتی تهران.

دکتر حسن لشکری، دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه شهید بهشتی تهران.

اسدالله مؤمنی، کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی دانشگاه شهید بهشتی تهران.